

Lepidópteros de la tribu Satyrini (Lepidóptera: Nymphalidae: Satyrinae): Revisión del estado de conservación y su relación con los bosques altoandinos colombianos

Daniela Diaz Lopez

Trabajo de grado
para optar al título de Bióloga Ambiental.

Tutor

Gonzalo Ernesto Fajardo Medina Bio. M.Sc.
Docente Universidad Jorge Tadeo Lozano

UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ JORGE TADEO LOZANO
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍA
PROGRAMA DE BIOLOGÍA AMBIENTAL
BOGOTÁ
2023

Dedicado a mis padres y hermanas por todo su apoyo moral, cariño y comprensión.

Al profesor Gonzalo Fajardo quien me brindó todo su conocimiento y tuvo paciencia conmigo durante el tiempo en el que se llevó a cabo este trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Ubicación taxonómica

2.1.1. Subfamilia Satyrinae

2.1.2. Tribu Satyrini

2.2. Cambios climáticos de los bosques altoandinos a través del tiempo

2.2.1 Especiación a lo largo del tiempo

2.3. Aspectos morfológicos de algunas especies representativas.

2.3.1. *Pedaliodes cocytia*

2.3.2. *Pedaliodes empusa*

2.3.3. *Pedaliodes phaea*

2.3.4. *Pedaliodes phaeina*

2.3.5. *Pedaliodes polla*

2.3.6. *Pedaliodes polusca*

2.4. Satyrini como bioindicador del hábitat

2.5. Residencialidad de la comunidad de Satirinos

2.6. Fragmentación de hábitat de la tribu Satyrini

2.6.1. Calidad del hábitat frente a tamaño y aislamiento de los fragmentos

3. PATRONES DE DISTRIBUCIÓN, ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS ESPECIES SATYRINI EN COLOMBIA Y COMO SE EVIDENCIAN ACTUALMENTE LOS PLANTEAMIENTOS DE ADAMS.

3.1 Estrategias de conservación

4. CONCLUSIONES

5. RECOMENDACIONES

6. REFERENCIAS

7. ANEXOS

RESUMEN

Gran parte de los paisajes forestales del planeta se han visto transformados en un mosaico de fragmentos de diferentes tamaños y grado de aislamiento. Esta transformación del paisaje ha afectado a la dinámica poblacional de las especies y a la riqueza y diversidad de los organismos. Los estudios desarrollados hasta el momento indican que la calidad del hábitat de los fragmentos de bosque y el tipo de matriz que los rodea son determinantes de la riqueza, distribución, abundancia y diversidad genética de las especies y comunidades. En este contexto se realizó un trabajo de revisión basado en literatura expuesta a través de las últimas cuatro décadas a lo largo de la cordillera de los Andes Colombianos aportando evidencias del efecto de la fragmentación sobre las poblaciones de mariposas altoandinas de la tribu Satyrini usadas como modelo explicativo. Se describe la distribución local de varias especies representativas, así como su estado de conservación y estrategias de conservación para las mismas. Esta descripción se realizó con base en algunas condiciones de parámetros ambientales y gradientes, tales como: altitud, clima y vegetación. Según la literatura expuesta por más de 70 autores, se concluye que los niveles de riquezas de las especies han disminuido siendo *Pedaliodes* el género más abundante seguido de *Lymanopoda*. También se confirmó el alto grado de endemismo de la tribu de Satyrini. Sin embargo cabe anotar que se encontró que en los lugares de mayor perturbación existe también una mayor diversidad. Por otra parte, se evidencia que existe un patrón de distribución restringido para *Lymanopoda samius*, *Altopedaliodes tamaensis* y *Altopedaliodes cocytia*. Y que contrario a esto, también existen amplios rangos de distribución para especies como *Idioneurula erebioides*.

1. INTRODUCCIÓN

La cordillera de los Andes en Colombia cuenta con un área de 280.000 km², su topografía y formaciones geológicas dan origen a diferentes regiones biogeográficas entre ellas ecosistemas como bosques altoandinos y páramos, como se muestra en la figura 1 (Olarte Quiñones, *et al.*, 2016). A lo largo de los Andes Colombianos, se han observado diferentes impactos relacionados con actividades antrópicas como el avance de la frontera agrícola, la deforestación, la extracción maderera y de productos forestales no maderables, el cambio climático, entre otras. Dentro de los efectos negativos de la perturbación antrópica se han evidenciado la pérdida de diversidad biológica, variación en los patrones de distribución de grupos taxonómicos, cambio de la configuración espacial de los diferentes ecosistemas, pérdida de hábitat, alteraciones climáticas y disminución de recursos naturales, dando paso a la fragmentación del hábitat (Díaz-Suárez, V. *et al.*, 2022).

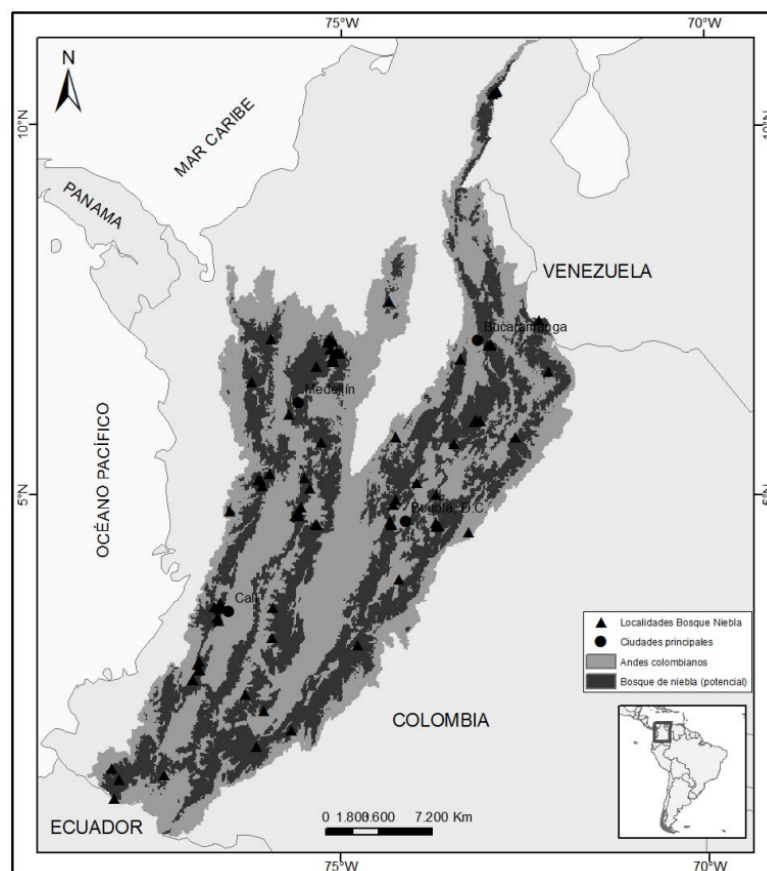


Figura 1. Distribución de los bosques andinos de Colombia. Fuente:(Morales, M., & Armenteras, D., 2013).

Los individuos de diferentes especies como los lepidópteros, son afectados por los procesos de fragmentación del paisaje. Una de las consecuencias es la disminución de la movilidad entre parches y en algunos casos aumenta la exposición a nuevos depredadores (Pyrz *et al.*, 2011). Éstos impulsores de cambio generan la pérdida de la capacidad de mantener estable a la biota presente en estas zonas fragmentadas y en consecuencia la disminución de la diversidad genética y en algunos casos posibles extinciones locales. Además, se producen desplazamientos y reemplazamientos de las diferentes especies naturales por otras más adaptadas al tipo de ambiente generadas por la fragmentación (Pyrz *et al.*, 2011). Los modelos metapoblacionales establecen que el tamaño del fragmento y el aislamiento son las principales variables utilizadas en los estudios de fragmentación de hábitats (Hanski, 1999, 2005). Por ejemplo, la disminución del tamaño del fragmento es crucial en relación a la capacidad de carga de los ecosistemas, aumentando el riesgo de extinción producido por la estocasticidad ambiental y/o, sobre todo, por la incidencia de problemas asociados a tamaños poblacionales pequeños (Clinchy *et al.*, 2002; Levin *et al.*, 2003). Otro de los aspectos de mayor relevancia en los estudios de fragmentación es la importancia de la emigración e inmigración de individuos sobre la distribución y abundancia de las especies (Clinchy *et al.*, 2002; Levin *et al.*, 2003). Esto es particularmente importante dado que el aislamiento de las poblaciones dificulta el intercambio de individuos entre fragmentos (Hanski y Gaggiotti, 2004; Hanski, 2005). No obstante, en los últimos años, diversos estudios han criticado la simplicidad de este modelo metapoblacional, recalcando la necesidad de incluir factores adicionales (Clinchy *et al.*, 2002; Fleishman *et al.*, 2002), como pueden ser los relacionados con la reducción de la calidad del hábitat (Moilanen y Hanski, 1998) y los factores históricos (Cousins y Eriksson, 2001; Ellis y Coppins, 2007).

Las mariposas son consideradas indicadoras del hábitat por su estrecha relación con la calidad del hábitat y sus funciones ecosistémicas, lo cual permite evidenciar los cambios en el hábitat que pueden llegar a afectar a las poblaciones naturales debido a las perturbaciones. Las mariposas de la tribu Satyrini, son especies exclusivas de los bosques

andinos, se distribuyen en altitudes comprendidas entre 1.000 y 4.000 m., y presentan un alto grado de endemismo debido a sus patrones de distribución altitudinal restringidos a través de la cordillera de los Andes. Esto las convierte en uno de los grupos de lepidópteros más diversos en los ecosistemas altoandinos y de páramo en la región Neotropical en donde solamente en la cordillera Oriental cuenta con 37 especies de las cuales ocho son endémicas (Díaz-Suárez, V. *et al.*, 2022).

Los Satyrini son uno de los grupos de Lepidoptera más afectados en la región andina a causa de las diferentes actividades antrópicas, así como variaciones en los patrones de diversidad y distribución. Por esto, el uso de los Satyrini como modelo biológico para analizar y evaluar el estado de conservación de los ecosistemas de montaña, es muy eficiente ya que son muy representativos en los Andes por su abundancia y riqueza de especies (Díaz-Suárez, V. *et al.*, 2022).

Cabe aclarar que el grupo taxonómico de estas especies siempre fue reconocido como Pronophilini, pero que más recientemente recibió el nombre de Satyrini y como subtribu, Pronophilina ya que Vilorio (2001) enumeró tres posibles sinapomorfias propias de esta subtribu (1) ojos setosos, (2) vena transversal del ala trasera curvada en la base de la celda discal (3) la celda discal del ala posterior es igual o inferior a la mitad de la longitud máxima del ala (Mahecha, 2021).

En este contexto el objetivo del presente trabajo fue realizar una exhaustiva revisión de diferentes autores como T. W. Pyrcz, Montero, G. Andrade, O. Mahecha, G. Fajardo, F. LeCrom entre otros, los cuales en las últimas décadas han descrito la morfología, el comportamiento, cambios a lo largo del tiempo, distribución, endemismo, efectos de la fragmentación en bosques altoandinos e incidencia de actividades antrópicas, aportando así la información necesaria de la cual se basa este documento, el cual describe el estado actual del conocimiento de las mariposas de la tribu Satyrini y el estado de conservación de los bosques altoandinos a lo largo de las tres ramas en las cuales se divide la cordillera de

los Andes Colombianos. Lo anterior, basados en los planteamientos que propuso Adams de 1977 a 1987 y cómo estos se aplican a la diversificación de esta tribu.

2. MARCO TEÓRICO

En gran parte del mundo, muchos de los ecosistemas forestales han sido destruidos o alterados convirtiéndose en paisajes fragmentados (Martinez, 2011). La fragmentación de bosques implica una reducción de su superficie, un aumento del aislamiento de sus fragmentos, pérdida de la calidad del hábitat y cambios en las condiciones bióticas y abióticas (Hobbs & Yates, 2003). Estos efectos, se producen tanto a escala espacial como temporal, siendo responsables de los cambios en la distribución de las poblaciones animales y de la persistencia a largo plazo de las especies (Johansson y Ehrlén, 2003; Gustafsson *et al.*, 2004).

Los lepidópteros poseen una función muy importante en los ecosistemas, participan en la polinización de las flores, lo que los convierte en un grupo importante, desde el punto de vista de la Biología de conservación (González-Valdivia *et al.*, 2011; Urbano *et al.*, 2014). En la actualidad se reportan 3.279 especies de mariposas reconocidas, las cuales logran abarcar la mayor parte de los biomas presentes en el país (Pyrzcz *et al.*, 2013). Las mariposas de la tribu Satyrini en Colombia suman 205 especies, por lo cual es el segundo en términos de riqueza de especies entre los países Andinos, sobrepasando a Ecuador con 178 especies, Bolivia con 126 y Venezuela con 109 y tan sólo adelantado por Perú con 284 especies (Lamas *et. al*, 2004). Se considera que la tribu ha presentado un proceso único dentro del mundo animal producto de la combinación de cuatro factores: extensión parapátrica, rápida radiación evolutiva, alto grado de sedentarismo y un alto número de endemismos (Pyrzcz & Wojtusiak, 2002; Pyrcz, 2004).

2.1 Ubicación taxonómica

2.1.1 Subfamilia Satyrinae

La subfamilia Satyrinae pertenece a la familia Nymphalidae, la cual incluye la gran mayoría de las especies de mariposas de la superfamilia Papilionoidea (20.000 especies aproximadamente) y se caracteriza por tener el primer par de patas reducido y en forma de peine (Figura 2A). Los individuos de este grupo se encuentran desde el nivel del mar hasta los 4200 m, colonizando gran parte de hábitats (Hoehn, Sarres, Henle, 2007). Presentan generalmente colores opacos (aunque también pueden ser translúcidos o estar coloreados vivamente); sus alas por lo general poseen ocelos diminutos en la cara ventral; la vena subcostal se engrosa en forma de ampolla (Figura 2B) y el tamaño de los individuos varía de mediano a pequeño (Higuera, 2001). Las orugas (Figura 2C) son de coloración verde-amarilla, salpicadas de pequeñas protuberancias dorsales y presentan 7 instar de desarrollo; se alimentan de gramíneas, ciperáceas, heliconias y palmas.



Figura 2. Morfología de mariposa de la subfamilia Satyridae. A. Patas reducidas en forma de peine. B. Alas de tonos oscuros con ocelos y vena subcostal engrosada. C. Oruga de coloración verde amarillenta con protuberancias dorsales. Fuente: www.biodiversidadvirtual.com

2.1.2 Tribu Satyrini

La tribu Satyrini (subfamilia Satyriane) es neotropical, está conformada por mariposas que se encuentran en bosques fríos y húmedos, aunque pueden adaptarse secundariamente a las condiciones secas pero con menor diversidad (Huertas & Arias, 2005). Se reconocen por la forma general de las alas (Figura 3), las venas del ala posterior están incurvadas hacia

adentro de la celda discal (Otálora et. al, 2010); su coloración es generalmente oscura; las larvas pueden ser solitarias o gregarias y en Colombia los individuos adultos exhiben zonación en un gradiente altitudinal (Adams, 1985). La hembra es frecuentemente mas grande y de color palido a comparacion de los machos. Más de 500 especies han sido descritas, para Colombia se conocen cerca de 205 (Villalobos, 2013). La tribu Satyrini se caracteriza por presentar una elevada tasa de endemismo a través de las tres ramas de la cordillera, siendo la rama Occidental la que presenta el mayor número de especies endémicas (Pyrzcz & Viloria, 1999; Prieto, 2003; Pyrcz & Rodriguez, 2007).



Figura 3. Vista dorsal y ventral de las especies de mariposas de la tribu Satyrini (Nymphalidae: Satyrinae) a lo largo de la Cordillera Andina, Colombia. 1. *Altopedaliodes cocytia*. 2. *Altopedaliodes tamaensis*. 3. *Idioneurula erebioides*. 4. *Panyapedaliodes silpa tomentosa*. 5. *Junea dorinda dorinda*. 6. *Eretris remotissima*. 7. *Lymanopoda albocincta*. 8. *Lymanopoda lecromi*. 9. *Lymanopoda ionius*. 10. *Lymanopoda samius lineana*. 11. *Mancrebia leaena gonzalezi*. 12. *Steroma bega*. Fuente: Colección Entomológica Universidad de Pamplona-CEUP.

2.2 Cambios climáticos de los bosques altoandinos a través del tiempo

En el bosque altoandino, existe un gran depósito de especies de flora y fauna, lo cual es producto de la historia y de procesos organogénicos como el levantamiento de las

cordilleras, los periodos glaciales e interglaciales, la evolución adaptativa y la migración (Primack & Ross, 2002).

El levantamiento de la Cordillera de los Andes se inició en el Cretáceo medio y continuó hasta el Mioceno (hace aproximadamente de 3 a 5 millones de años), periodo en el cual se produjo el mayor levantamiento en la cordillera de los Andes, formándose los páramos que se encuentran actualmente y creando, de esta manera, una gran cantidad de islas de clima frío (Robledo-Arnuncio & González-Martínez, 2009). En este periodo inició la inmigración en la zona altoandina de especies fundadoras provenientes del sur. La inmigración de las especies del norte fue favorecida por la formación del istmo de Panamá (hace aproximadamente de 5 a 6 millones de años (Rogan & Lacher, 2018).

A principios del cuaternario, las cordilleras se encontraban a su altura actual, pero el límite altitudinal del bosque estaba centenas de metros más abajo que su posición actual. Desde principios del Pleistoceno se puede observar en la parte Norte de los Andes la aparición de una zonificación de vegetación, en primer lugar la zonificación es vertical: mientras más alto más frío. El límite altitudinal del bosque estaba generalmente entre los 3300 m y 4000 m; encima de este se encontraba la vegetación abierta de páramo andino y debajo el bosque. Las diferencias locales en precipitación y nubosidad causan zonificación horizontal, existiendo bosques muy húmedos, secos y xerofíticos (Tews *et. al*, 2004).

Durante las glaciaciones las temperaturas medias anuales fueron 8° C más bajas que las actuales (Higuera, 2001), causando una gran extensión de los glaciares y un descenso del límite altitudinal del bosque hasta los 1.300 m o más. La mayor extensión de los glaciares tuvo lugar hace 45.000-25.000 años, durante un periodo frío, muy húmedo y con una zona angosta de páramo húmedo. Entre 21.000 años atrás, los glaciares se retiraron bajo condiciones muy secas y frías dando lugar a una amplia zona de páramo seco (Williams, *et. al*, 2006).

En ciertos intervalos del tiempo glacial, la superficie del área ocupada por vegetación de páramo era más grande, en comparación con la extensión actual. Varios de los páramos

actualmente aislados estaban interconectados, favoreciendo el contacto y migración de las especies (Higuera, 2001). Las condiciones para la inmigración causada por la dispersión a grandes distancias o de isla a isla, fueron favorables para las especies de vegetación altoandina. Durante este periodo, la especiación de los elementos locales e inmigrantes fue estimulada por los periodos sucesivos de separación y reunión de poblaciones (Brown, 1987).

Durante los periodos interglaciales las temperaturas son parecidas a las de hoy, pero pudieron haber sido 2° C más altas. En el tardiglacial, hace 14.000 a 10.000 años, la temperatura media anual aumentó rápidamente, los glaciares se retiraron hacia los valles altos, el clima es más frío y húmedo que el actual, por esto el bosque húmedo tiene una extensión grande y el límite del bosque era más alto que el nivel actual (Higuera, 2001).

Hace 11.000 años de pronto el clima se volvió más frío, los glaciares se extendieron de nuevo y el límite del bosque descendió drásticamente, por eso la parte alta del bosque montañoso desaparece y los remanentes son presas de incendios naturales (Van der Hammen, 1992).

A principios del Holoceno hace 10.000 años, el clima era relativamente frío; en la Cordillera Oriental se constata un aspecto importante del límite altitudinal del bosque. Hace 7.000 años el límite del bosque montañoso seco en los alrededores de Bogotá, por ejemplo, sobrepasó la curva de nivel de los 3.000 m, aumentó gradualmente la biodiversidad. En este periodo hubo un aislamiento relativo de varios de los bosques de la cordillera Oriental, lo cual causó un endemismo notorio (Van der Hammen, 1992).

En el periodo comprendido entre 3.000 y 1.000 años el bosque alcanza su posición más alta, 50 m más alto que su posición actual, lo cual significa que la temperatura media anual tuvo un ascenso de 3° C (Higuera, 2001).

Hace 1.000 años se presenta otro descenso de la temperatura media anual, el límite del bosque desciende hasta su posición actual y por encima de los 3.300 m el clima aumenta su humedad (Van der Hammen, 1992).

2.2.1 Especiación a lo largo del tiempo

Los satyrinos han sido partícipes de este proceso a través del tiempo a causa de los cambios climáticos y geológicos ocurridos durante el pleistoceno. La expansión de la tribu Satyrini probablemente ocurrió durante la época glacial, puesto que los periodos interglaciales forzaron a las mariposas a subir hacia la cima de la montaña, al igual que los hábitats de bosque de niebla, que se encontraban más arriba a causa del descongelamiento de los hielos; la divergencia de poblaciones aisladas ocurrió durante decenas de miles de años antes de que ocurriera el siguiente periodo glacial (Adams, 1985).

Las especies parapátricas establecieron contacto durante los periodos glaciales, por el encuentro de las tierras más bajas y las montañas que ellas habitaban, lo cual condujo a que, para evitar la extinción, las especies compartieran su nicho ecológico mientras se encontraban simpátricamente; por lo tanto, los Satyrini se trasladaron a bandas altitudinales mutuamente exclusivas (Adams, 1985). La extensión del área ocupada por montañas, habría posibilitado la competencia por dos factores: flexibilidad de la larva en la elección de la planta hospedera y preferencia de las especies a ocupar determinados rangos altitudinales. En el periodo glacial docenas de satyrinos coexistieron en simpatría y, debido a que el nicho altitudinal no puede ser delimitado, la competencia es el factor más probable que causó la separación espacial de las especies en rangos altitudinales (Adams, 1985).

La rapidez de la radiación evolutiva y el alto grado de endemismos es un proceso único en los Satyrini (Adams, 1985). Las islas montañosas de los Andes permitieron una extensa divergencia alopatrica en los Satyrini (Tabla 1), resultando en endemismos frecuentes. Sin embargo, las estrechas relaciones filogenéticas entre los miembros del grupo monofilético sugieren un ancestro común más reciente que el origen de las montañas que habitan estas especies (Adams, 1985).

El endemismo que presentan muchas especies de la tribu en altitudes superiores fue el resultado de una posible combinación de evolución rápida y de un comportamiento

fuertemente sedentario; la tierra entre rangos montañosos (valles y picos) ha sido por mucho tiempo una amplia barrera para la propagación de las especies, pero el reciente ancestro común de las especies alopátricas, deja claro que la expansión entre los rangos montañosos sucedió en el pasado a una gran escala; el hecho de que se encuentren taxa endémicos desde subespecies hasta géneros sugiere la posibilidad de que la expansión de la tribu haya ocurrido más de una vez (Villalobos, 2013).

Tabla 1. Especiación alopátrica, de especies parapatricas (Anexo 7.5) (Adams, 1986).

Género	Cord. Occidental	Cord. Central	Cordillera Oriental	
			Ram. Occidental	Ram. Oriental
<i>Pedaliodes</i>	<i>empusa</i> <i>peucestas</i> <i>phrasicla</i>	<i>phaedra</i> <i>peucestas</i> <i>phrasicla</i>	<i>cocytia</i> <i>peucestas</i> <i>phrasicla</i>	<i>cocytia</i> <i>peucestas</i> <i>phrasicla</i>
<i>Pedaliodes</i>	<i>parranda</i> <i>pollonia</i>	<i>palpita</i> <i>polusca</i> <i>pollonia</i>	<i>polusca</i> <i>polla</i>	<i>polusca</i> <i>polla</i>
<i>Pedaliodes</i>			<i>phaeina</i> <i>phaea phaea</i> <i>fuscata parapatra</i>	<i>bernardi</i> <i>p. ochrotaenia</i> <i>fuscata fuscata</i>
<i>Pedaliodes</i>			<i>empusa</i>	<i>guicana</i> <i>enguca ralphi</i>

2.3 ASPECTOS MORFOLÓGICOS DE ALGUNAS ESPECIES

Las siguientes especies fueron seleccionadas teniendo en cuenta 3 factores:

- Especies que según Adams (1986) han presentado especiación parapátrica y alopátrica.
- Marcadas variaciones morfológicas.
- Alta frecuencia de individuos a lo largo de la Cordillera Andina Colombiana.

2.3.1 *Pedaliodes cocytia* (Felder y Felder, 1867)

Mariposas pequeñas, el margen de las alas es fuertemente ondulado, dorso café oscuro, se caracterizan por una delgada banda horizontal amarilla o crema que se extiende desde el margen anal hasta la celda discal sin entrar en ella, en la base de la banda tiene una mancha pequeña anaranjada y en el margen distal tiene una banda gruesa plateada difuminada (Adams, 1986). Algunos ejemplares presentan ocelos que varían entre número y tamaño sobre la banda plateada. Es endémica de Colombia y está presente en ambos ramales de la Cordillera Oriental desde los 2600 m hasta los 3200 m. Los individuos se encuentran en áreas abiertas en lugares cultivados cerca de la línea de árboles y en bosques de galería secos ricos en Chusque (Adams, 1986).



Figura 4. Adulto de *Pedaliodes cocytia*. Fuente: (Higuera, 2001)

2.3.2 *Pedaliodes empusa* (Felder y Felder, 1867)

Son medianas, los márgenes de las alas son fuertemente ondulados, el dorso es café oscuro; en la cara ventral del ala anterior (AA) tiene una pequeña mancha blanca o plateada difuminada en el margen costal del área postmedial y presentan una línea de pequeños puntos blancos en el área marginal que atraviesan el ala posterior (AP). Poseen una mancha blanca pequeña triangular en el margen del área medial del ala posterior (Adams, 1986). Se localiza en Ecuador, Perú y en la Cordillera Oriental Colombiana entre los 2650 y 3300 m (Montero, 2013).



Figura 5. Inmaduros de *Pedaliodes empusa empusa* Felder & Felder a-b) Instar 1. c) Instar 2. d) Instar 3. e) Instar 4. f) Pupa, vista lateral . g) Adulto, vista frontal. Fuente: (Montero, 2013).

2.3.3 *Pedaliodes phaea* (Hewitson, 1862)

Son mariposas medianas, con los márgenes de las alas fuertemente ondulados, se caracterizan por una banda post discal ancha anaranjada que se engrosa y se curva en el ala posterior, en donde la banda es más pálida. En la cara ventral del ala posterior se encuentran sobre la banda un número variable de pequeños puntos blancos y manchas café difusas (Adams, 1986). Es endémica de la Cordillera Oriental desde los 2600 hasta 3000 m. Los ejemplares se encuentran en áreas donde abunde el chusque (Montero, 2013).



Figura 6. Inmaduros de *Pedaliodes phaea* Hewitson. a-b) Instar 1. c) Instar 2. d) Instar 3. e) Instar 3, vista posterior de la cabeza. f) Instar 4. g) Instar 5. h-i) Pupa, vistas ventral y lateral. j-k) Imagos, vistas dorsal y lateral. *Fuente:* (Montero, 2013).

2.3.4 *Pedaliodes phaeinea* (Staudinger, 1897)

Son individuos medianos, con las alas fuertemente onduladas, se caracterizan por una mancha vertical anaranjada difuminada cerca al margen distal del AA, la cual se engrosa a medida que se acerca al margen anal; el AP posee una gruesa capa curva anaranjada que ocupa mas de la mitad del ala, en la que se observan pequeños puntoscafes o blancos y manchas oscuras difuminadas (D'Abbrera, 1988). Es endémica del flanco occidental de la Cordillera Oriental de Colombia, desde los 2750 m hasta 3300 m. Los individuos se alimentan en chuscales y consumen materia orgánica depositada en el suelo (Montero, 2013).



Figura 6. Inmaduros de *Pedaliodes phaeinea* Staudinger. a-b) Instar 1. c) Instar 2. d) Instar 3. e) Instar 4. f) Instar 5. g-h) Pupa, vistas lateral y ventral. i-j) Imagos, vistas lateral ventral y dorsal. Fuente: (Montero, 2013).

2.3.5 *Pedaliodes polla* (Thieme, 1905)

Son pequeñas, de dorso café oscuro, caracterizadas por la presencia de una amplia mancha amarilla quemado en la cara ventral del ala posterior que se extiende desde el margen anal hasta el margen distal y posee dos puntos blancos o amarillos pequeños en el torno. Se encuentra en Ecuador, Venezuela y las tres cordilleras de Colombia, en ambos flancos de la Cordillera Oriental entre los 2500- 2850 m (D' Abrera, 1988).



Figura 7. Adulto de *Pedaliodes polla*. Fuente: (Higuera, 2001).

2.3.6 *Pedaliodes polusca* (Hewitson, 1862)

Medianas, dorso café oscuro, margen del AA liso o levemente ondulado, margen del AP ondulado. Se caracterizan por presentar en la cara ventral del AA una coloración rojo oscuro en el apice y en la cara ventral del AP desde el margen anal hasta el distal, posee pequeños puntos blancos en el torno (Adams, 1986). Se localiza en Ecuador y en las tres cordilleras Colombianas, en la oriental se encuentra en los dos flancos desde los 2800 m hasta 3500 m. Los individuos tienden a permanecer en el suelo en áreas donde abunde el chusque (Montero, 2013).



Figura 8. Inmaduros de *Pedaliodes polusca* Hewitson a-b) Instar 1. c) Instar 2. d) Instar 3. e) Instar 4. f-g) Instar 5, vistas lateral y dorsal. h-i) Pupa, vistas lateral y ventral. j) Imago, vista lateral. Fuente: (Montero, 2013).

2.4 Satyrini como bioindicador del hábitat

Esto obedece a cinco aspectos fundamentales, alta riqueza y diversidad de especies, fidelidad ecológica, fragilidad frente a perturbaciones mínimas y corta temporalidad generacional. Muchas especies pueden presentar rangos estrechos de tolerancia a los factores abióticos; esto permite, en principio, relacionar determinadas especies con determinados hábitats (Andrade, 2000).

Por otra parte la fragilidad frente a perturbaciones como la fragmentación, permite seleccionar variables demográficas o de comportamiento que pueden ser medidas u observadas en el campo, y lo que es más importante, que tengan una estrecha correlación con las variables abióticas (Andrade, 2000).

Adicionalmente a diferencia de otras especies estas mariposas son polivoltinas, es decir con varias generaciones en un ciclo anual, lo que posibilita gestiones de monitoreo a corto plazo (Andrade, 2000).

Estas características han permitido que estas mariposas hayan sido frecuentemente utilizadas en estudios de los procesos biogeográficos tendientes a comprender la biodiversidad del trópico y su alteración antrópica (Armstrong, 2005).

2.5 Residencialidad de la comunidad de Satyrinos

La compilación florística, es una de las herramientas que se puede utilizar para determinar la posible residencia de esta tribu de mariposas; ya que de manera simultánea y con base en la literatura, cada especie de mariposa se registra dentro de un área específica, considerando lo siguiente: si la planta huésped de la especie de mariposa registrada se incluye en la lista florística, entonces se podría confirmar su residencia, sin olvidar el análisis bajo otros criterios, como el de abundancia, que también influye en este aspecto (Andrade, 2000). Se puede argumentar que la relación trófica entre los fitófagos y su(s) huésped(es), muchas veces es eurixena y puede variar geográficamente, por lo que es necesario tener

en consideración que, aunque en la literatura se citan relaciones tróficas conocidas para otros países no debe repararse en ellas, pues sería erróneo extrapolarlas en todas las especies de Satyrinos que se puedan encontrar a lo largo de la cordillera, además debe tenerse en cuenta, que a menudo los datos de literatura son inexactos (Andrade, 1996).

Como primer criterio para el análisis de la residencia de las especies de Satyrini, se observa la lista de posibles plantas de alimentación larval de acuerdo con la lista completa de plantas presentes en los bosques altoandinos. Luego cada especie se clasifica en una de cinco posibles categorías:

- La especie hospedante de alimentación larval.
- El género en que se incluye la especie hospedante.
- La especie hospedante no está en el bosque altoandino, pero sí en zonas aledañas.
- El género al que pertenece la especie hospedante se halla en zonas aledañas, pero no en la zona de estudio
- Ninguna especie, ni el género hospedante se encuentra en las zonas de estudio ni en las zonas aledañas (Andrade, 2000).

Se reconoce el criterio de planta hospedante, el de abundancia relativa, estado de conservación de los ejemplares. Independientemente del uso del criterio de planta hospedante, para determinar la posible residencia de las especies, por ejemplo según Andrade, 1996 en el Parque de Ucumari, se observó que 43 especies de plantas, del total de 581 especies, son posibles fuentes de alimentación larval. Estas 43 especies de plantas ofrecen un sustrato potencial a las orugas de 37 especies de mariposas en la zona, de las cuales 20 pertenecen a la tribu Satyrini.

En el segundo grupo se incluyen los organismos cuyas plantas hospedantes no se citan para la zona, pero el género al que pertenecen se localiza dentro del perfil de estudio (Bosques altoandinos), por la que puede existir una relación trófica con especies cercanas o

sustituidas; para el área se registraron un total de 130 géneros, de los cuales 14 son posible fuente de alimentación de 21 especies de orugas, siendo 20 de la tribu Satyrini (Montero & Ortiz, 2013).

La tercera, cuarta y quinta categoría pueden advertir una influencia directa sobre algunos elementos de las otras áreas, principalmente sobre las especies que entran en la zona y no son residentes, sin embargo para este caso no se encontraron según estudios, mariposas pertenecientes a la tribu Satyrini (Andrade, 1996).

2.6 Fragmentación

2.6.1 Calidad del hábitat frente a tamaño y aislamiento de los fragmentos

Entre 1963 y 1967 Mac Arthur & Wilson plantearon los principales postulados de su teoría de la biogeografía. De acuerdo con estos preceptos, se predice que la tasa de inmigración variará respecto de la distancia a una masa continental, y que la tasa de extinción variará principalmente con respecto al área del parche a estudiar, pero también con respecto a su distancia de una masa continental (Shafer 1990. Harris 1984).

Esta teoría puede ser extendida, a hábitats continentales aislados, bien por intervención humana, o bien por la distribución natural de las unidades paisajísticas (Harris 1984, Shafer 1990, Harris & Silva Lopez 1992). Las especies del bosque están aisladas en otra zona de vegetación arbórea, que se caracterizan por tener condiciones ambientales diferentes. Un fragmento de vegetación boscosa está sujeto a varios procesos perjudiciales para el mantenimiento de la biota que sostiene; el principal es la exposición de las especies del bosque, habituadas a la estabilidad microclimática de su interior, a las variaciones de temperatura, humedad, vientos o radiación más drásticas de los ambientes desprovistos de cubierta arbórea, esto produce su desplazamiento y reemplazo por especies propias de las

zonas de borde o de hábitats abiertos, mejor adaptadas a este tipo de variaciones (Lovejoy *et al.* 1984). Se crea entonces una zona de transición dentro del perímetro del fragmento con una biota característica, denominada "de borde", que probablemente tenga en promedio una abundancia relativa más alta, pero que seguramente también tendrá menor número de especies que las que puede sostener un bosque altoandino no fragmentado (Lovejoy *et al.* 1984).

Otro proceso a tener en cuenta es la separación de poblaciones. La mayoría de Satyrinos quedan aislados, pues generalmente no les es posible pasar de un fragmento a otro, debido a las condiciones microclimáticas adversas, a la presión de los depredadores de zonas abiertas, a limitaciones en su capacidad de desplazamiento u otras de diversa índole (Harris 1984). En casos extremos la población original puede llegar a fragmentarse de tal modo que los parches resultantes son tan pequeños que no pueden mantener poblaciones estables, produciéndose extinciones locales (Baguette & Mennechez, 2004).

Al igual que para los animales, las plantas también se ven afectadas con los cambios en las condiciones microclimáticas en los fragmentos de bosque, y por el aislamiento genético de sus poblaciones. Es de esperar que el efecto de la fragmentación sea aún más dramático en un bosque tropical lluvioso, donde las relaciones de polinización son más específicas, y donde la dispersión entre plantas de la misma especie es mayor (Baum *et al.*, 2004).

La teoría de la genética poblacional nos indica que la fragmentación del hábitat puede afectar a los sistemas de apareamiento, ocasionando un incremento de la endogamia y una erosión de la diversidad genética dentro de las poblaciones, junto a una diferenciación entre poblaciones a través de procesos estocásticos asociados a la deriva génica (Young *et al.*, 1996; Hamrick, 2004). Además, el aumento del aislamiento entre las poblaciones generaría a nivel genético al menos, dos grandes efectos: una mayor diferenciación entre las poblaciones y una disminución de la diversidad genética dentro de ellas. Recientemente, diversos autores, utilizando aproximaciones genéticas a nivel de paisaje, han destacado la

relevancia de la calidad del hábitat, la historia del paisaje y la naturaleza de la matriz alrededor de los fragmentos de hábitat a la hora de estudiar los efectos de la fragmentación sobre la diversidad genética y la especiación que se puede llegar a dar en poblaciones fragmentadas (Nielsen et al., 2006). Mendez y Fajardo 2023 (datos sin publicar) proponen en un estudio reciente un modelo de idoneidad de hábitat para tres especies de Satyrinos de la cuenca alta del río Bogotá. En dicho trabajo se evidencia el efecto de la fragmentación sobre poblaciones de estas mariposas y se hacen sugerencias en torno a medidas de conservación y monitoreo.

3. Patrones de distribución, estado de conservación de las especies de Satyrini en Colombia y cómo se evidencian actualmente los planteamientos de Adams

Diversos estudios en donde se determinó la diversidad, estructura y distribución de la comunidad de las mariposas Satyrinas confirmaron el alto grado de endemismo de esta tribu de mariposas. Dichos estudios comprenden los de Pycrz y Wojtusiak (1999), en el cual reportaron 44 especies de Satyrinos distribuidas en un gradiente altitudinal en la Cordillera Occidental colombiana con numerosos endemismos propios del Chocó Biogeográfico y los de Pycrz y Vilorio (2007) en la frontera de Colombia y Venezuela en el cual registraron 56 especies de Satyrinos.

A pesar del alto grado de endemismo, estudios recientes reportan que la riqueza de las especies de la tribu Satyrini han descendido significativamente (Figura 9) donde el género más abundante es *Pedaliodes* seguido de *Lymanopoda* con especies como *Lymanopoda lecromi* y *Lymanopoda samius*. Seguido del género *Idioneurula* con *Idioneurula erebioides*, entre otras y *Altopedaliodes* con mayor presencia de la especie *Altopedaliodes cocytia* (Figura 10) (Anexo 7.1) (Anexo 7.4) (Anexo 7.6) (Anexo 7.7) (Mahecha, 2019) (Olarte Quiñones, et al., 2016)(Díaz-Suárez, V. et al., 2022).

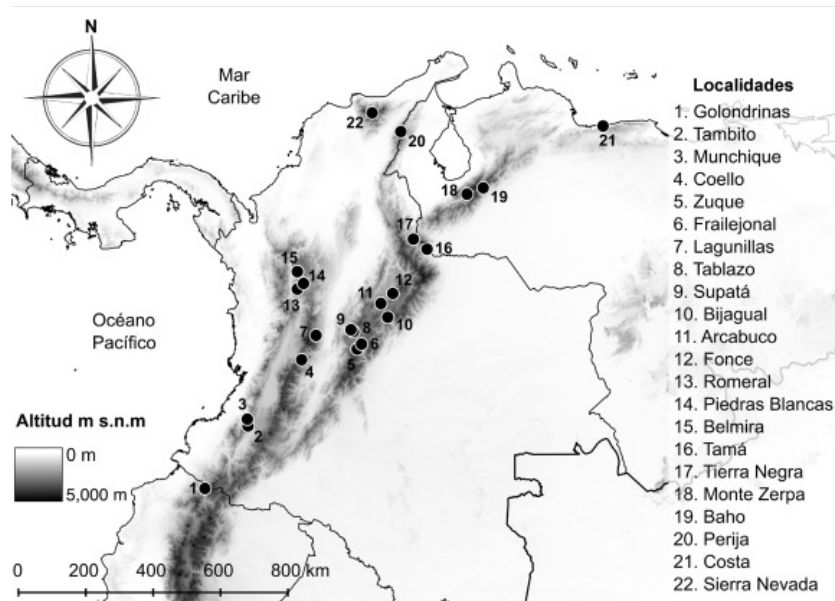


Figura 9. Riqueza de la tribu Satyrini a lo largo de los Andes Colombianos y Venezolanos. Fuente: (Álvarez et. al, 2017).

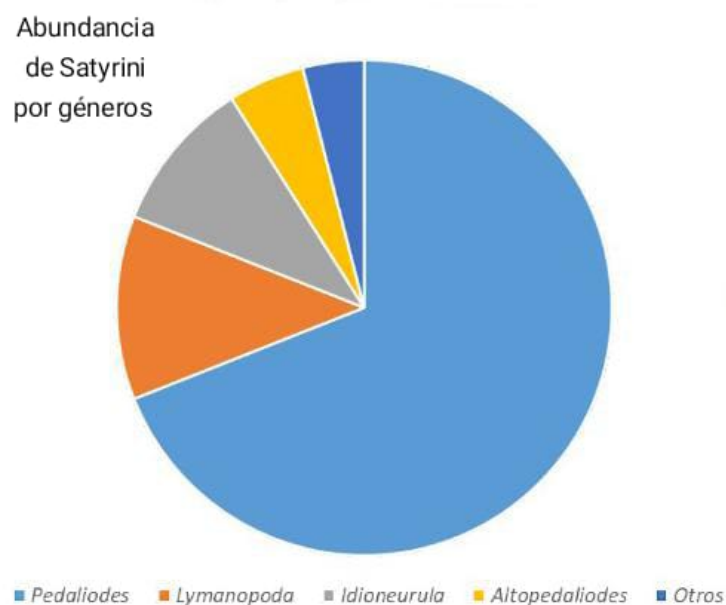


Figura 10. Abundancia de Satyrini por géneros en los bosques altoandinos Colombianos según diversos autores (Elaboración propia).

Dentro de las especies más destacadas de *Pedaliodes* se encuentran *Pedaliodes reyi*, *Pedaliodes polusca*, *Pedaliodes empusa*, *Pedaliodes phaea* y *Pedaliodes polla*. Dichas especies son las más abundantes tanto en zonas perturbadas por la fragmentación como en

zonas conservadas (Figura 11) (Anexo 7.2) (Mahecha, 2019) (Olarte *et al*, 2021)(Díaz, et al, 2022).

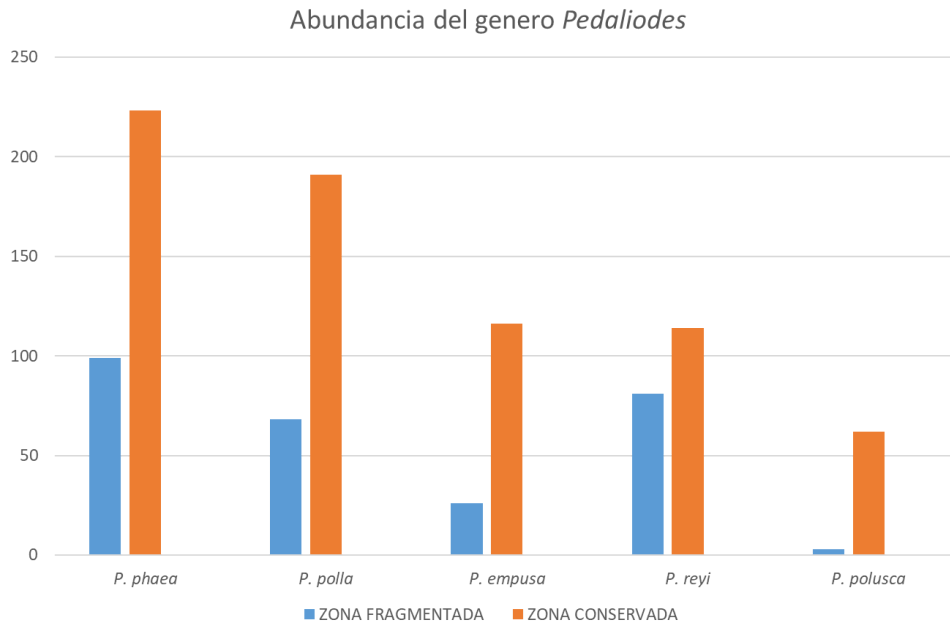


Figura 11. Abundancia del género *Pedaliodes* en zonas fragmentadas y conservadas en bosques altoandinos Colombianos según diversos autores. Fuente: Elaboración propia.

(ADAMS, 1986) reportó entre 48 y 52 especies para Cundinamarca y (Pyrz & Viloría, 2008) reportaron 38 especies para el Tamá en el Norte de Santander. La notoria disminución de especies podría explicarse por el alto grado de destrucción de los hábitats de las especies de Satyrini, debido a la perturbación antrópica.

La fragmentación del hábitat podría dificultar la conectividad y el flujo genético entre las poblaciones, como también podría llegar a ocasionar la desaparición de algunas especies a lo largo de la cordillera (Andrade, 2010). Así mismo, la erosión lenta de los suelos, la contaminación de los cuerpos de agua y la pérdida de vegetación endémica por la introducción de especies vegetales foráneas, están afectando a las poblaciones no sólo de mariposas Satyrini, sino también de otros grupos taxonómicos que se encuentran presentes a lo largo de la cordillera Andina, como los son los mamíferos y las aves (CAR, 2016).

Las especies vegetales exóticas ocasionan la desaparición de la vegetación endémica, como los chusqueales dominados por *Chusquea sp.* (*Poaceae*)(Figura 12), planta hospedera de muchas especies de Satyrini de bosques alto andinos (Greeney *et al.*, 2009). Este proceso afecta la distribución y diversidad de las comunidades de Satyrini presentes en la cordillera andina debido a la estrecha relación de coevolución planta-fitófago (Mahecha, 2019). No obstante, según Mahecha en 2019 el área de vegetación de mayor grado de perturbación, presenta índices de diversidad ligeramente más altos. Esto se podría deber a el efecto de borde y de hecho varios estudios de distribución de invertebrados y mariposas en particular, indican una mayor diversidad en los ecotonos que dentro del bosque mejor preservado (Weyland & Zaccagnini, 2008; Uehara-Prado *et al.*, 2009).



Figura 12. *Chusquea sp.* Planta hospedante de larvas de Satyrini. Fuente: (Montero F, 2013).

Por ejemplo, en un estudio realizado por Pycrz & Vilorio en 2007, una de las especies más abundantes en la zona perturbada fue *P. drymaea*, la cual, es indicadora de áreas de pastizales y matorrales secundarios. Este tipo de hábitat no se halla en el bosque preservado (Pycrz, 2004). Adams (1985) ya había indicado que la fragmentación del medio ambiente perturba de manera importante los patrones de distribución altitudinal natural de los Satyrini. En su trabajo reporta 53 especies, sin embargo, Adams (1986) subestima la tasa de endemismo en la Cordillera Occidental. Pycrz & Rodriguez, 2015, 2007 demuestran que el número de especies endémicas en esta Cordillera tuvo que haber sido mucho más

elevado. Esta diferencia se debe al descubrimiento posterior a la publicación de Adams de varias especies endémicas del género *Pedaliodes* (Pyrz & Vilorio, 1999). El índice de endemismo en la Cordillera Occidental, según los datos disponibles en la actualidad es superior al de la Cordillera Central pero inferior al de la Cordillera Oriental (Maecha, 2019) (Anexo 7.3). En la Cordillera Occidental, como en otras cordilleras, las especies endémicas habitan mayormente las zonas más elevadas. La tasa de endemismo de esta zona de vida es prácticamente de 100% (Higuera, 2001).

La información disponible indica la existencia de un patrón biogeográfico este-oeste. Esto se refleja en la diferencias entre la fauna de las vertientes del Pacífico y del valle del Cauca, sobre todo en lo referente a las especies que habitan la franja intermedia y baja del bosque nublado. Así mismo, algunas especies se reportan exclusivamente de las vertientes orientales (*Lasiophila zapatoza*, *Lymanopoda caucana*, *Pedaliodes lucipara* etc.). Sin embargo el grupo de especies restringidas a las vertientes occidentales es mucho más numeroso y comprende la mayoría de especies endémicas de la cordillera (Higuera 2001).

También se puede confirmar el rol del profundo y largo valle del río Cauca que separa las Cordilleras Occidental y Central como importante barrera zoogeográfica, lo que se refleja en el bajo índice de similitud de las dos regiones. Las especies compartidas tienen por lo general una distribución muy amplia extendiéndose al sur del Nudo de Pasto donde las dos cordilleras se reúnen. El índice de similitud entre la Cordillera Occidental y las vertientes pacíficas de los Andes en el departamento de Nariño indica que el valle del río Patía forma también una notable barrera zoogeográfica.

Otro punto a analizar es que se denota una mayor diversidad de especies en franjas altoandinas de 2.700 a 3.000 msnm y un patrón de distribución restringido de algunas especies endémicas para la Cordillera Oriental por ejemplo, como lo son *Lymanopoda samius*, *Altopedaliodes tamaensis* y *Altopedaliodes cocytia* (Mahecha, 2019). Contrario a esto, también existen amplios rangos de distribución para especies como *Idioneurula erebioides*. Asimismo, según Olarte *et. al* (2016) la especie con mayor presencia en el rango altitudinal de 2.700-3.100 msnm es *P. reyi*, en el rango altitudinal de 3.200 msnm las

especies con mayor presencia son *A. cocytia* e *I. erebioides*. A 3.300 msnm, la especie con mayor presencia fue *P. empusa* y a 3.400 msnm, la única especie hallada en el estudio fue *Pedaliodes polla*.

Lo anterior explica lo postulado por Adams (1985, 1986, 1987), quien relaciona la divergencia parapátrica y alopátrica con los períodos glaciales e interglaciales ocurridos durante el cuaternario. Esto se ve evidenciado por la rápida expansión del grupo en la actualidad, el alto número de endemismos y la gran cantidad de especies distribuidas a lo largo de los gradientes altitudinales mencionados anteriormente, en el que algunas especies son reemplazadas por otras a medida que aumenta la altitud, formándose varios complejos parapátricos como es el caso de *Pedaliodes fuscata*, *P. phaea* y *P. phaeina*, *P. polla* y *P. polusca*. Las especies alopátricas como el caso de *P. phaeina*, divergieron por aislamiento geográfico al quedar separadas en los períodos interglaciales, adquiriendo las bases genéticas necesarias para diferenciarse (Adams 1985).

P. phaeina sustituye en altura a *P. phaea* en el ramal occidental de la cordillera Oriental. Sin embargo, según (Olarte-Quiñonez et al., 2016) *Pedaliodes fuscata* y *P. phaea* se encuentran en el mismo rango altitudinal (3000 m). Esto podría sugerir que es una especie migrante, aunque más hacia el norte se encontraron varios de estos ejemplares y de *P. phaea* en Fomeque, lo cual evidencia que las dos especies realmente no tienen una distribución parapátrica puesto que comparten el mismo rango altitudinal.

3.1 Estrategias de conservación

Dadas las características de los fragmentos de hábitat y como estos tienen un impacto significativo en las especies de Satyridos, resulta crucial el desarrollo de estrategias de conservación de los bosques altoandinos colombianos. A continuación, con base en los

resultados de la literatura revisada anteriormente, se expone una serie de estrategias aplicadas en Biología de la Conservación (Anexo 7.8).

Primeramente hay que priorizar la conservación y el mantenimiento de parches grandes y estructuralmente complejos, ya que estos cuentan con gran heterogeneidad interna, soportan una mayor diversidad de especies endémicas y una mayor resistencia hacia las perturbaciones. Sin embargo, no se debe dejar de lado la importancia de los fragmentos pequeños ya que estos aportan no sólo recursos alternativos y hábitat, sino también lugares de reposo durante el periodo dispersivo como en este caso son los chuscales (planta hospedante de las comunidades de Satyrinos). Así, estratégicamente localizadas, estas estructuras pueden servir a modo de lugares de paso entre fragmentos de mayor tamaño para llevar a cabo los procesos ecológicos (Fischer y Lindenmayer 2002).

Otra opción, es mantener la complejidad estructural del área que rodea los fragmentos, ya que así se puede modular la dinámica interna de los fragmentos, teniendo una mayor efectividad a la hora de reducir los efectos de borde y un menor riesgo de extinción (Williams *et al.*, 2006).

Adicionalmente se podrían emplear corredores ya que estos son conectores ecológicos entre dos o más fragmentos de hábitat. Cuanto mayor sea la similitud estructural entre el corredor y el centro del fragmento, mayor será la efectividad de los corredores ecológicos (Baum *et al.*, 2004).

También ayudaría tener en cuenta la configuración espacial de los fragmentos, ya que en condiciones similares de estructura y patrón espacial de los fragmentos se influencia enormemente la probabilidad de dispersión y recolonización entre fragmentos. Además, la configuración espacial puede ser incluso más importante que la cantidad de hábitat remanente a la hora de explicar respuestas biológicas (Herrera *et al.*, 2011). Debido a que la existencia de fragmentos es principalmente de origen antrópico, el uso del territorio por parte del ser humano puede variar con el tiempo y por consiguiente cambian las características estructurales de determinados sectores del paisaje. Algunos ejemplos de estos cambios son el abandono de cultivos o talas de cultivos forestales. Además, de forma

natural, los fragmentos pueden variar su calidad de un año a otro en relación a la presencia de recursos críticos para las especies de mariposas (García, 2011).

4. CONCLUSIONES

- La fragmentación contribuye a una mayor heterogeneidad de hábitats y a una redistribución de las especies respecto a sus patrones de distribución originales.
- Las especies de Satyrini presentan una estratificación con altitud aunque el recambio de especies es gradual y no presenta alternancia abrupta para ninguna de las especies.
- El aumento de diversidad a medida que aumenta la altitud en el gradiente, se podría deber al recambio de especies en la transición de zonas bajas hacia zonas altas, lo que se relaciona paralelamente con la disponibilidad de plantas huéspedes y alimenticias.
- La mayoría de estudios demuestran que *Pedaliodes* es el género con mayor riqueza en la zona de los Andes Colombianos en general.
- El presente estudio es un aporte al conocimiento del estado de conservación de ensambles de mariposas de la tribu Satyrini en ecosistemas altoandinos a lo largo de la cordillera de los Andes colombianos.

5. RECOMENDACIONES

- Aunque el número total de especies reportadas es relativamente bajo, la presencia de especies raras (*E. centralis*) o especies endémicas de la Cordillera Oriental (*A. cocytia*, *I. erebioides*, *L. samius*) en la cercanía inmediata de la mayor zona fragmentada de Colombia, subraya la importancia de preservar los bosques altoandinos para la conservación de la fauna de Satyrinos de la franja superior del bosque nublado.

- Se genera la necesidad de realizar más estudios en estos ecosistemas, enfocados en conocer y conservar los fragmentos de bosque altoandino presentes, permitiendo contribuir en la preservación y mantenimiento de las especies de Satyrinos.
- Es importante impulsar la conservación de los ecosistemas de alta montaña por su notable diversidad y alto endemismo de especies de mariposas, además de la importancia ecosistémica en los procesos ecológicos que dan origen al recurso hídrico.

6. REFERENCIAS

- Adams M. 1985. Especiation in the Pronophilina butterflies (Satyridae) of the Northern Andes. Second Symposium on Neotropical Lepidoptera. Perú.
- Adams M. 1986. Pronophilina butterflies (Satyridae) of the three Andean Cordilleras of Colombia. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 87:235-320.
- Adams M. 1987. Butterfly search and research in the Northern Andes. *Proc. Trans. Br. Ent. Nat. Hist. Soc* 20, 1987.
- Adams M. & G. Bernard. 1977. Pronophilina butterflies (SATYRIDAE) of the Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. *Systematic Entomology* 2:263-281.
- Álvarez-Hincapié, C. F., Clavijo, A., Rojas, H., Uribe, S., Pycrz, T. W., & Marín, M. A. (2017). Aporte del área de influencia del páramo de Belmira (Santa Inés) a la diversidad regional de Pronophilina (Lepidoptera: Satyrinae) del norte de los Andes. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 88 (2), 402-409.
- Andrade, F. G. D., Negreiro, M. C. C. D., Levy, S. M., Fonseca, I. C. D. B., Moscardi, F., & Falleiros, Â. M. F. (2010). Hemocyte quantitative changes in *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae) larvae infected by AgMNPV. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 53, 279-284.
- Andrade G & G. Amat 1996. Estudio regional de las mariposas altoandinas en la Cordillera Oriental de Colombia. En: Andrade G, G. Amat & F. Fernandez *Insectos de Colombia estudios escogidos*. Academia colombiana de Ciencias exactas, físicas y naturales. Colección Jorge Álvarez Lleras No. 10. Ceja. Colombia. 541 p. 91
- Andrade G & J. Alvarez. 2000. Mariposas 645-652 p. En: Rangel O Colombia diversidad biótica III. Primera edición Ed. Unibiblos. Colombia. 902 p Bekker R & A

Cleef 1985 La vegetación del páramo de Laguna verde (Municipio Tausa, Cundinamarca) *Análisis geográficos* 14:7-193.

- Armstrong, D.P. 2005. Integrating the metapopulation and habitat paradigms for understanding broad-scale declines of species. *Conservation Biology* 19:1402-1410.
- Baguette, R., Mennechez, G. 2004. Resource and habitat patches, landscape ecology and metapopulation biology: a consensual viewpoint. *Oikos* 106:399-403.
- Baum K.A., Haynes, K.J., Dilleuth, F.P. Cronin, J.T. 2004. The matrix enhances the effectiveness of corridors and stepping stones. *Ecology* 85:2671-2676.
- Brown K. Jr. 1987. Biogeography and evolution of neotropical butterflies. In Whitmore T & G. PRANCE. *Biogeography and quaternary history in Tropical America*. Claredon Press. Oxford, 214 p.
- Clinchy, M., Haydon D.T., Smith, A.E. 2002. Pattern does not equal process: what does patch occupancy really tell us about metapopulation dynamics? *The American Naturalist* 159:351-362.
- Cousins, S.A.O., Eriksson, O. 2001. Plant species occurrences in a rural hemiboreal landscape: effects of remnant habitats, sites history, topography, and soil. *Ecography* 24:461-469..
- D'Abrera B. 1988. Butterflies of the Neotropical region part V Nymphalidae (Conc.) & Satyridae. Hill House Publishers. Australia. 680-877 p.
- Díaz-Suárez, V., Mahecha, O., Andrade, M. G., & Pycz, T. W. (2022). Perturbación antrópica afectando a los patrones de diversidad en Satyrinae de montaña Pronophilina Reuter, 1896 en un bosque altoandino en Colombia (Lepidoptera: Nymphalidae). *SHILAP Revista de lepidopterología*, 50(200), 709-728.
- Ellis, C.J., Coppins, B.J. 2007. 19th century woodland structure controls stand-scale epiphyte diversity in present-day Scotland. *Diversity and Distributions* 13:84-91.
- Fischer, J. Lindenmayer, D.B. 2002. The conservation value of small habitat patches: two case studies on birds from southeastern Australia. *Biological Conservation* 106:129-136.
- Fleishman, E., Ray, C., Sjögren-Gulve, P., Boggs, C.L., Murphy, D.D. 2002. Assessing the roles of patch quality, area and isolation in predicting metapopulation dynamics. *Conservation Biology* 16:706-716.
- García, D. 2011. Efectos biológicos de la fragmentación de hábitats: nuevas aproximaciones para resolver un viejo problema. *Ecosistemas* 20(2-3):1-11.
- Gilpin, M.E. & M.E. Soule. 1991. Minimum viable populations: Processes of species extinction. Chapter 2. 19-34. In. Gilpin, M.E. & 1. Hanskim (Eds.) *Metapopulations dynamics: Empirical and theoretical investigations*. Academic Press, San Diego. 336 pp.

- González-Valdivia, N., Ochoa-Gaona, S., Pozo, C., Gordon Ferguson, B., Rangel-Ruiz, L. J., Arriaga-Weiss, S. L., ... & Kampichler, C. (2011). Indicadores ecológicos de hábitat y biodiversidad en un paisaje neotropical: perspectiva multitaxonómica. *Revista de Biología Tropical*, 59(3), 1433-1451.
- Greeney, H., Pyrcz, T. W., Hualinga, M., DeVries, P. & Dyer, L. A., 2009.– The early stages of *Pedaliodes poesia* (Hewitson, 1862) in eastern Ecuador (Lepidoptera, Nymphalidae, Satyrinae).– *J. Insect Sci.*, 38: 1-9.
- Gustafsson, L., Appelgren, L., Jonsson, F., Nordin, U., Persson, A.A., Weslien, J. 2004. High occurrence of red-listed bryophytes and lichens in mature managed forests in boreal Sweden. *Basic and Applied Ecology* 5:123-129.
- Hamrick, J.L. 2004. Response of trees to global environmental changes. *Forest Ecology and Management* 197:323-335.
- Hanski, I. 1999. *Metapopulation ecology*. Oxford University Press, New York, USA.
- Hanski, I., Gaggiotti, O.E. 2004. *Ecology, genetics, and evolution of metapopulations*. Academic Press, San Diego, USA
- Hanski, I. 2005. *The shrinking world: Ecological consequences of habitat loss*. Excellence in Ecology 14. International Ecology Institute, Oldendorf/Luhe, Alemania.
- Harris, L. D. 1984. *The fragmented forest. Island Biogeography theory and the preservation of biotic diversity*. The University Chicago Press. Chicago 211 pp.
- Harris, L.D. & C. Maser 1984. Animal community characteristics. 44-70. In: Harris, L.D. (Ed.): *The Fragmented forest. Island Biogeography theory and preservation of biotic diversity*. The University Chicago Press. Chicago. 211 pp.
- Harris, L.D. & G. Silva-López. 1982. Forest fragmentation and conservation of biological diversity Chapter 8, 197-238. In: Fiedler, PL, & K. Jain (Eds.) *Conservation Biology. The theory and practice of nature conservation preservation and management*. Chapman & Hall. New York. 507 pp.
- Herrera, J.M., García, D., Martínez, D., Valdés, A. 2011. Regional vs. local effects of habitat loss and fragmentation on two plant-animal interactions. *Ecography* 34:606-615.
- Higuera Días, M. (2001). Diferenciación morfológica de especies del grupo *Pedaliodes butleri*, 1887 (Lepidoptera: Nymphalidae: Satyrinae) en páramos de la Sabana de Bogotá y su implicación en procesos de aislamiento y diversificación.
- Hobbs, R., Yates, C.J. 2003. Turner Review No.7 Impacts of ecosystem fragmentation on plant populations: generalizing the idiosyncratic. *Australian Journal of Botany* 51:471-488.

- Hoehn, M., Sarres, S.D., Henle, K. 2007. The tales of two geckos: does dispersal prevent extinction in recently fragmented populations? *Molecular Ecology* 16:3299-3312.
- Huertas, B. & Arias, JJ (2005) Mariposas. En: Donegan & Huertas (2005) op. cit. Serie de Informes de Proyectos EBA de Colombia , 5, 36–39 y 72–77
- Johansson, P., Ehrlén, J. 2003. Influence of habitat quantity, quality and isolation on the distribution and abundance of two epiphytic lichens. *Journal of Ecology* 91:213-221.
- Lamas, G. Vilorio, AL & Pyrcz, T. W. 2004- Subtribe Pronophilina in G. Lamas and Allard of Neotropical Lepidoptera, Checklist: Part 4A, Hesperioidea Papilionoidea: 206-215. Association for Tropical Lepidoptera, Gainesville.
- Levin, S.A., Muller-Landau, H.C., Nathan, R., Chave, J. 2003. The ecology and evolution of seed dispersal: A theoretical perspective. *Annual Review of Ecology Evolution and Systematics* 34:575-604.
- Lovejoy, T. E., J. M. Rankin, R. O. Brerregaard, K. S. Brown Jr. L. H. Emmons & L.H. Van Der Voort. 1984. Ecosystem decay of Amazon forest remnants. 295-325 In: Nitecki, M.H. (Ed.) *Extinctions*. University Chicago Press. 475pp.
- Luis-Martínez, M. A., Salinas-Gutiérrez, J. L., & Llorente-Bousquets, J. (2011). Papilionoidea y Hesperioidea (Lepidoptera: Rhopalocera). *Chiapas: estudios sobre su diversidad biológica*, 363-391.
- Mahecha, O., Garlacz, R., Andrade, M. G., Prieto, C., & Pyrcz, T. W. (2019). Biogeografía de islas en áreas continentales: inferencia de dispersión basada en patrones de distribución de las mariposas Pronophilina (Nymphalidae: Satyrinae) en los macizos del norte de los Andes. *Revista mexicana de biodiversidad*, 90.
- Mendez, A. 2023. Idoneidad de hábitat para tres especies de mariposas del género *Pedaliodes* (Nymphalidae:Satyrinae). Tesis para optar al título de Bióloga Ambiental. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.
- Moilanen, A., Hanski, I. 1998. Metapopulation dynamics: Effects of habitat quality and landscape structure. *Ecology* 79:2503- 2515.
- Montero, F., & Ortiz, M. (2013). Aporte al Conocimiento para la conservación de las mariposas (Hesperioidea y Papilionoidea) en el páramo del tablazo, Cundinamarca (Colombia). *Boletín Científico Centro de Museos Museo de Historia Natural*, 17(2), 197-226.
- Morales, M., & Armenteras, D. (2013). Estado de conservación de los bosques de niebla de los Andes colombianos, un análisis multiescalar. *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, 17(1), 64-72.

- Nielsen, S.E., Stenhouse, G.B., Boyce, M.S. 2006. A habitat-based framework for grizzly bear conservation in Alberta. *Biological Conservation* 130:217-229.
- Olarte-Quiñonez, C. A., Acevedo-Rincón, A. A., Ríos-Málaver, I. C., & Carrero-Sarmiento, D. A. (2016). Diversidad de mariposas (Lepidoptera, Papilionoidea) y su relación con el paisaje de alta montaña en los Andes nororientales de Colombia. *Arxius de Miscel·lània Zoològica*, 14, 233-255.
- Olarte-Quiñonez, C. A., Carrero-Sarmiento, D., Vilorio, Á. L., & Ríos-Málaver, I. C. (2021). Patrones de diversidad de las mariposas de la subtribu Pronophilina (Lepidoptera: Nymphalidae: Satyrinae) en un gradiente altitudinal del Cerro de Tierra Negra, Cordillera Oriental, Norte de Santander, Colombia. *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, 25(2), 197-218.
- Otálora, M.A.G., Martínez, I., Aragón, G., Molina, M.C. 2010. Phylogeography and divergence date estimates of a lichen species complex with a disjunct distribution pattern. *American Journal of Botany* 97:216-223.
- Prieto, M., & HUMBERTO, C. (2003). Satirinos (Lepidoptera: Nymphalidae, Satyrinae) del Parque Nacional Natural Munchique: Diversidad de especies y distribución altitudinal. *Rev. Colomb. Entomol*, 203-210.
- Primack, R.B., Ross, J. 2002. A primer of conservation biology. Sinauer Associates, Inc., Sunderland, MA, USA.
- Pyrcz, TW (2011) Un nuevo género, *Tamania*, y una nueva especie, *Tamania jacquelineae*, de la cordillera Tama, frontera entre Venezuela y Colombia, y algunas reflexiones sobre el diagnóstico de la tribu Pronophilini (Nymphalidae: Satyrinae). *Lambillionea*, 95, 519–525.
- Pyrcz, T. W., Prieto, C., Vilorio, A. L., & Andrade, G. (2013). New species of high elevation cloud forest butterflies of the genus *Pedaliodes* Butler from the northern Colombian Andes (Lepidoptera, Nymphalidae, Satyrinae). *Zootaxa*, 3716(4), 528-538.
- Pyrcz, TW (2004) Mariposas pronofilinas de las tierras altas de Chachapoyas en el norte de Perú: estudio de fauna, diversidad y patrones de distribución (Lepidoptera, Nymphalidae, Satyrinae). *Género (Breslavia)*, 15, 455–622.
- Pyrcz, TW (2006-2015) Llenando vacíos en los patrones de distribución del género *Lasiophila* C. & R. Felder: una nueva especie del valle de Kosñipata (Cuzco, Perú) (Lepidoptera: Nymphalidae: Satyrinae). *Género (Breslavia)*, 4, 601–608.
- Pyrcz, T. W. & Rodríguez, G., 2007.– Mariposas de la tribu Pronophilini en la cordillera occidental de los Andes Colombia (Lepidoptera: Nymphalidae, Satyrinae).– *SHILAP Revta. lepid.*, 35(140): 455-489.

- Pyrcz, TW & Vilorio, AL (1999) Mariposas de la tribu Pronophilini de la Reserva Forestal Tambito, Cordillera Occidental, Colombia. Primera parte. Convergencia de los patrones de coloración en mariposas andinas: Siete nuevas especies del género *Pedaliodes* Butler, 1867 (Lepidoptera: Nymphalidae: Satyrinae). *SILAP. Revista de Lepidopterología* , 27 (106), 1999, 173–187.
- Pyrcz, TW & Vilorio, AL (2007) Mariposas Erebiine y Pronophilinae de la Serranía del Tamá, frontera entre Venezuela y Colombia (Lepidoptera: Nymphalidae: Satyrinae). *Lepidópteros tropicales* , 15(1–2), 18–52.
- Pyrcz, TW & Wojtusiak, J. (2002) Mariposas de la tribu Pronophilini de la Reserva Forestal Tambito, Cordillera Occidental, Colombia. Segunda parte- Patrones de distribución altitudinal (Lepidoptera: Nymphalidae, Satyrinae). *SHILAP Revista de Lepidopterología* , 27(106), 203–213.
- Robledo-Arnuncio, J.J., González-Martínez, S.C. 2009. Marcadores moleculares y ecología del movimiento. *Ecosistemas* 18:44-51.
- Rogan, J. E., & Lacher Jr, T. E. (2018). Impacts of habitat loss and fragmentation on terrestrial biodiversity.
- Shafer, C. L. 1990. Nature Reserves. Island theory and conservation practice. Smithsonian Institution Press, Washington 189 pp.
- Stiling, P. D. 1996. Ecology, theories and applications. Second edition. Prentice-Hall. 539 pp.
- Tews, J.; Brose, U.; Grimm, V.; Tielborguer, K.; Wichmann, M. C.; Schwager, M. & Jeltsch, F., 2004.– Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: the importance of keystone structures.– *J. biogeogr.*, 31: 79-92.
- Turner, J. R. G. & J. L. B. Mallet. 1996. Did forest islands drive the diversity of warningly coloured butterflies? Biotic drift and the shifting balance. *Phil. Trans. R. Soc. London*. 351: 835-845.
- Uehara-Prado, M. & Freitas, A. V. L., 2009.– The effect of rainforest fragmentation on species diversity and mimicry ring composition of ithomiine butterflies.– *Insect Conserv. Divers.*, 2: 23-28.
- Urbano, P., Munevar, J., Mahecha, O., & Hincapié, E. (2014). Diversidad y estructura de las comunidades de Lepidoptera en la zona del ecotono entre el piedemonte llanero y sabana inundable en Casanare-Colombia (Lepidoptera: Papilionoidea). *SHILAP Revista de lepidopterología*, 42(167), 433-437.
- Van Der Hammen T. 1992. Historia, ecología y vegetación. Corporación Araracuara. Colombia. 411 p.

- Villalobos Moreno, A. (2013). Nueva especie de mariposa (Lepidóptera: Nymphalidae: Satyrinae) para los andes colombianos. *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, 17(1), 268-275.
- Weyland, F. & Zaccagnini, M., 2008.– Efecto de las terrazas sobre la diversidad de artrópodos caminadores en cultivos de soja.– *Ecol. Austral*, 8: 357-366.
- Williams, N.S.G., Morgan, J.W., McCarthy, M.A., McDonnell, M.A. 2006. Local extinction of grassland plants: the landscape matrix is more important than patch attributes. *Ecology* 87:3000-3006.
- Young A.G., Boyle, T., Brown, T. 1996. The population genetic consequences of habitat fragmentation for plants. *Trends in Ecology and Evolution* 11:413-418.

7. ANEXOS

Anexo 7.1 Catálogo de las especies de la tribu Satyrini en la Cordillera Andina Colombiana.
Fuente: (Pyrz & Rodríguez, 2007).

	Taxon	Autor	Primer registro*	Rango altitudinal**
1	<i>Corades enyo albo</i>	Thieme, 1907	Fassl, 1915	1400-2200 m
2	<i>Corades medeba columbina</i>	Staudinger, 1894	Pyrzc & Wojtusiak, 1999	1600-2400 m
3	<i>Corades chelonis rectilinea</i>	Pyrzc, 2006	Fassl, 1915	2200-3000 m
4	<i>Corades cybele cybele</i>	Butler, 1866	Fassl, 1915	2000-2800 m
5	<i>Corades pannonia ploas</i>	Thieme, 1907	Fassl, 1915	1600-2200 m
6	<i>Corades chirone</i>	Hewitson, 1863	Fassl, 1915	2500-3600 m
7	<i>Corades dymanitis ssp.</i>	Pyrzc & Rodríguez, MS	Pyrzc & Wojtusiak, 1999	2500-3400 m
8	<i>Daedalma parvomaculata</i>	Krüger, 1924	Krüger, 1924	1900-2400 m
9	<i>Daedalma dinias ssp.</i>	Pyrzc & Wojtusiak, MS	Primera cita	2400-2600 m
10	<i>Daedalma drusilla dora</i>	Staudinger, 1897	Staudinger, 1897	2200-2800 m
11	<i>Eretris encycla ssp.</i>	Pyrzc & Willmott, MS	Pyrzc & Wojtusiak, 1999	1850-2000 m
12	<i>Eretris calisto ssp.</i>	Pyrzc & Willmott, MS	Primera cita	1600-1800 m
13	<i>Eretris ocellifera ocellifera</i>	C. & R. Felder, 1867	Fassl, 1915	1800-2400 m
14	<i>Eretris porphyria catargyrea</i>	Staudinger, 1888	Pyrzc & Wojtusiak, 1999	2200-2800 m
15a	<i>Eretris apuleja ochrea</i>	Thieme, 1905	Pyrzc & Wojtusiak, 1999	2400-2800 m
15b	<i>Eretris apuleja ssp.</i>	Pyrzc & Willmott, MS	Fassl, 1915	2400-2800 m
16	<i>Eretris depresissima depresissima</i>	Pyrzc, 1999	Pyrzc, 1999	1000-1450 m
17	<i>Eretris lecromi</i>	Pyrzc, 1999	Pyrzc, 1999	1000-1400 m
18	<i>Ianussiusa maso maso</i>	Godman, 1905	Prieto, 2003	1800-2400 m
19	<i>Junea dorinda dorinda</i>	C. & R. Felder, 1862	Primera cita	2500-3350 m
20	<i>Junea doraete doraete</i>	Hewitson, 1858	Pyrzc & Wojtusiak, 1999	2850-3300 m
21	<i>Lasiophila zapatoza sombra</i>	Thieme, 1907	Primera cita	1600-2400 m
22	<i>Lasiophila prosymna dirempta</i>	Thieme, 1907	Fassl, 1915	2400-3100 m
23	<i>Lasiophila circe farallonensis</i>	Pyrzc & Rodríguez, 2006	Primera cita	2800-3500 m
24	<i>Lymanopoda albocincta</i>	Hewitson, 1861	Fassl, 1915	1800-2600 m
25	<i>Lymanopoda obsoleta</i>	Westwood, 1851	Adams, 1986	1800-2800 m
26	<i>Lymanopoda labineta ssp.</i>	Hewitson, 1870	Adams, 1986	2500-3100 m
27	<i>Lymanopoda ionius gargantua</i>	Pyrzc & Rodríguez, 2006	(Fassl, 1915)	2600-3600 m
28	<i>Lymanopoda labda labda</i>	Hewitson, 1861	Primera cita	2000-3000 m
29	<i>Lymanopoda caucana</i>	Weymer, 1912	Weymer, 1912	1200-1700 m
30	<i>Lymanopoda altis</i>	Weymer, 1890	Adams, 1986	2300-2950 m
31	<i>Lymanopoda zebra</i>	Pyrzc & Rodríguez, 2006	Primera cita	3350-3820 m
32	<i>Manerebia germaniae</i>	Pyrzc & Willmott, 2006	Primera cita	2800-3400 m
33	<i>Manerebia franciscaae ssp.</i>	Pyrzc, MS	Primera cita	2000-2600 m
34	<i>Manerebia inderena ssp.</i>	Pyrzc, MS	Prieto, 2003	2450-3200 m
35	<i>Mygona irmina</i>	Doubleday, 1849	Fassl, 1915	1750-2700 m
36a	<i>Oxeoschistus isolda isolda</i>	Thieme, 1907	Pyrzc & Wojtusiak, 1999	1000-1600 m
36b	<i>Oxeoschistus isolda pervius</i>	Thieme, 1907	Thieme, 1907	1000-1600 m
37a	<i>Oxeoschistus simplex fuscus</i>	Butler, 1868	Thieme, 1907	1500-1900 m
37b	<i>Oxeoschistus simplex triplex</i>	Pyrzc & Salazar, 2006	Primera cita	1200-2000 m
38	<i>Panyapedaliodes drymaea atropulla</i>	Pyrzc & Viloría, 2005	Pyrzc & Wojtusiak, 1999	2250-2400 m
39	<i>Panyapedaliodes jephtha</i>	Thieme, 1905	Pyrzc & Wojtusiak, 1999	2050-2650 m
40	<i>Panyapedaliodes muscosa tambito</i>	Pyrzc & Rodríguez, 2005	Fassl, 1915	1700-1850 m
41	<i>Panyapedaliodes panyasis</i>	Hewitson, 1862	Pyrzc & Wojtusiak, 1999	2000-2550 m
42	<i>Panyapedaliodes phila philaenis</i>	Thieme, 1905	(Fassl, 1915)	2400-3250 m
43	<i>Panyapedaliodes tomentosa</i>	Weymer, 1912	Pyrzc & Wojtusiak, 1999	2150-2400 m
44	<i>Panyapedaliodes traceyannae</i>	Pyrzc & Viloría, 1999	Primera cita	3100-3200 m
45	<i>Pedaliodes transmontana</i>	Pyrzc & Viloría, 1999	Pyrzc & Viloría, 1999	2050-2400 m
46	<i>Pedaliodes occulta</i>	Pyrzc & Viloría, 1999	Pyrzc & Viloría, 1999	2200-2400 m
47	<i>Pedaliodes hebena</i>	Pyrzc & Viloría, 1999	Pyrzc & Viloría, 1999	2200-3600 m

48	<i>Pedaliodes poema</i>	Pyrzcz & Viloría, 1999	Pyrzcz & Viloría, 1999	1750-2000 m
49	<i>Pedaliodes obstructa</i>	Pyrzcz & Viloría, 1999	Pyrzcz & Viloría, 1999	2000-3000 m
50	<i>Pedaliodes caeca</i>	Pyrzcz & Viloría, 1999	Pyrzcz & Viloría, 1999	2350-3500 m
51	<i>Pedaliodes canela</i>	Pyrzcz & Viloría, 1999	Pyrzcz & Viloría, 1999	1850-2400 m
52	<i>Pedaliodes poesia ssp.</i>	Pyrzcz, MS	Fassl, 1915	2100-2400 m
53	<i>Pedaliodes simpla costipunctata</i>	Weymer, 1912	Pyrzcz & Wojtusiak, 1999	1750-2400 m
54	<i>Pedaliodes manis manis</i>	C. & R. Felder, 1867	Fassl, 1915	1950-2200 m
55	<i>Pedaliodes antigua</i>	Adams & Bernard, 1981	Pyrzcz & Wojtusiak, 1999	2350-3000 m
56	<i>Pedaliodes peucestas magnifica</i>	Pyrzcz & Viloría, 2006	Fassl, 1915	1950-2400 m
57	<i>Pedaliodes socorrae</i>	Adams, 1986	(Fassl, 1915)	3200-3600 m
58	<i>Pedaliodes pollonia</i>	Adams, 1986	(Fassl, 1915)	2000-3000 m
59	<i>Pedaliodes parranda</i>	Adams, 1986	Adams, 1986	2900-3600 m
60	<i>Pedaliodes lucipara</i>	Weymer, 1912	Primera cita	2400-2800 m
61	<i>Pedaliodes pylas uniplaga</i>	Thieme, 1905	Krüger, 1924	2400-2700 m
62	<i>Pedaliodes ximoi</i>	Pyrzcz & Prieto, 2006	Primera cita	2800-2900 m
63a	<i>Pedaliodes porcia porcia</i>	Hewitson, 1869	Weymer, 1912	2400-3000 m
63b	<i>Pedaliodes porcia banghaasi</i>	Pyrzcz & Rodríguez, 2006	Weymer, 1912	2600-3250 m
64	<i>Pedaliodes fassli</i>	Weymer, 1912	Weymer, 1912	3400-3800 m
65	<i>Pedaliodes pacifica</i>	Krüger, 1924	Krüger, 1924	1800-2000 m
66	<i>Pedaliodes praxithea</i>	Hewitson, 1870	Pyrzcz & Wojtusiak, 1999	2400-2800 m
67	<i>Pedaliodes phrasicla phrasicla</i>	Hewitson, 1867	Fassl, 1915	1800-2650 m
68	<i>Pedaliodes zingara</i>	Heredia & Viloría, 2003	(Fassl, 1915)	1750-1950 m
69	<i>Pedaliodes montagna montagna</i>	Adams & Bernard, 1981	Pyrzcz & Wojtusiak, 1999	2300-2850 m
70	<i>Pedaliodes praemontagna mateo</i>	Pyrzcz & Rodríguez, 2006	Primera cita	3100-3200 m
71	<i>Pedaliodes tatama</i>	Pyrzcz & Rodríguez, 2006	Primera cita	3400-3550 m
72	<i>Pedaliodes tamana</i>	Pyrzcz & Rodríguez, 2006	Primera cita	3200-3250 m
73	<i>Neopedaliodes yeyo</i>	Pyrzcz & Rodríguez, 2006	Primera cita	3700-3800 m
74	<i>Praepronophila perperna ssp.</i>	Pyrzcz & Viloría, MS	Fassl, 1915	1500-2100 m
75	<i>Praepronophila petronius petronius</i>	Grose-Smith, 1900	(Pyrzcz & Viloría, 2005)	1750-1850 m
76	<i>Pronophila orcus orcus</i>	Latreille, 1813	Fassl, 1915	1700-2450 m
77a	<i>Pronophila unifasciata brennus</i>	Thieme, 1907	Thieme, 1907	1600-2000 m
77b	<i>Pronophila unifasciata eugeni</i>	Pyrzcz, 2005	(Krüger, 1924)	1600-2000 m
78a	<i>Pronophila epidipnis cana</i>	Pyrzcz, 2005	Adams, 1986	2050-2400 m
78b	<i>Pronophila epidipnis orchewitsoni</i>	Adams & Bernard, 1979	Adams, 1986	2200-2800 m
79	<i>Pseudomaniola ilsa</i>	Thieme, 1907	Fassl, 1915	1800-2000 m
80a	<i>Pseudomaniola phaselis photoe</i>	Staudinger, 1888	Krüger, 1924	1400-1800 m
80b	<i>Pseudomaniola phaselis macasica?</i>	Thieme, 1907	Primera cita	1400-1800 m

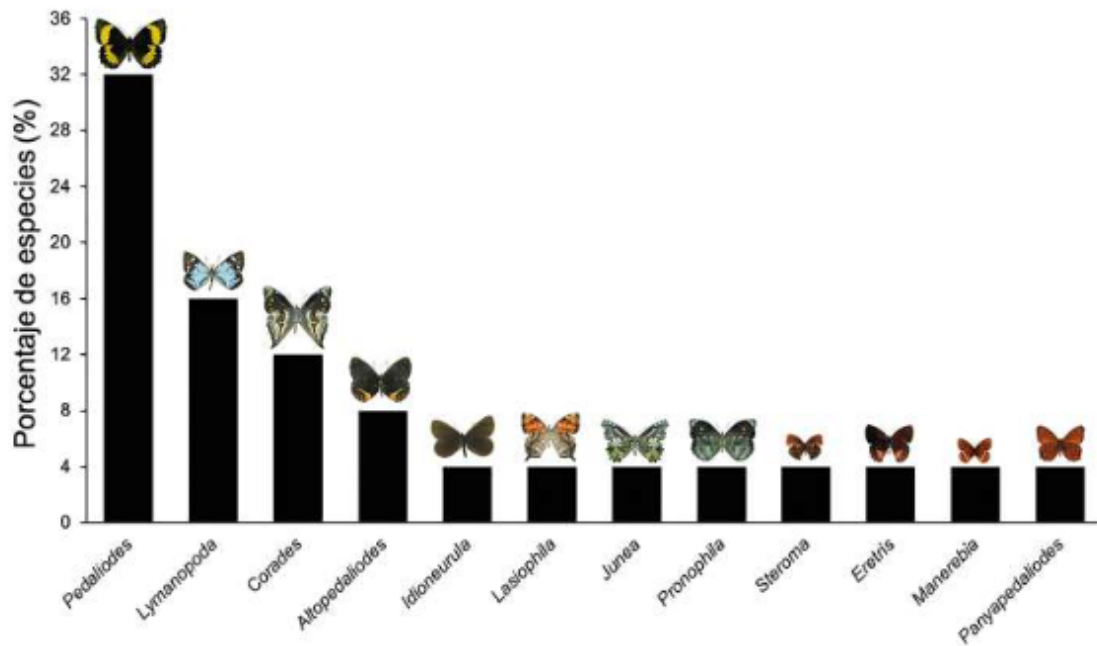
Anexo 7.2 Abundancia por especie y subespecie de Satyrini por estado de perturbación. Fuente: (Díaz et. al, 2022).

Especie/Subespecie	Estado "Alto"	Estado "Medio"	Estado "Bajo"
<i>Corades chelonis</i> Hewitson, 1863	0	2	4
<i>Corades chirone</i> Hewitson, 1863	0	0	1
<i>Corades medeba columbina</i> Staudinger, 1894	2	3	1
<i>Lymanopoda samius</i> Westwood, 1851	0	4	31
<i>Lymanopoda lebbaea</i> C. Felder & R. Felder, 1867	0	0	1
<i>Lymanopoda ionius</i> Westwood, 1851	0	3	0
<i>Eretris porphyria</i> (C. Felder & R. Felder, 1867)	0	3	0
<i>Eretris apuleja bogotana</i> E. Krüger, 1924	0	3	2
<i>Junea doraete doraete</i> (Hewitson, 1858)	0	0	2
<i>Lasiophila circe</i> C. Felder & R. Felder, 1859	0	13	18
<i>Manerebia apiculata</i> (C. Felder & R. Felder, 1867)	0	0	10
<i>Manerebia levana</i> (Godman, 1905)	0	0	6
<i>Panyapedaliodes drymaea</i> (Hewitson, 1858)	34	14	4
<i>Pedaliodes empusa</i> (C. Felder & R. Felder, 1867)	0	7	73
<i>Viloriodes manis</i> (C. Felder & R. Felder, 1867)	0	3	34
<i>Pedaliodes phaea ochrotaenia</i> (C. Felder & R. Felder, 1867)	15	13	132
<i>Pedaliodes</i> n. sp.	0	1	26
<i>Pedaliodes phoenissa</i> (Hewitson, 1862)	0	1	40
<i>Pedaliodes polla</i> Thieme, 1905	3	8	103
<i>Pedaliodes porcia</i> (Hewitson, 1869)	0	0	2
<i>Pedaliodes fuscata</i> (C. Felder & R. Felder, 1867)	0	5	0
<i>Pronophila unifasciata bogotensis</i> Juriaanse, 1926	0	3	0
<i>Steremnia pronophila</i> (C. Felder & R. Felder, 1867)	0	0	9
Total	54	86	499

Anexo 7.3 Índices de similitud de la Cordillera Occidental con otros macizos del norte de los Andes. **S - Índice de similitud de Sørensen. Basado en Adams & Bernard (1977, 1979), Adams (1985, 1986), trabajos de Pycrz y coautores y datos no publicados. Fuente: (Pycrz & Rodríguez, 2007).

S**	Cordillera Central*	Cordillera Oriental*	Nariño Oeste*	Nariño Este*	Sierra de Perijá*	S. Nevada Santa Marta*	Cordillera de la Costa*
Cordillera Occidental	0,53	0,39	0,50	0,46	0,22	0,09	0,14

Anexo 7.4 Porcentaje de especies de los géneros pertenecientes a la subtribu Pronophilina del Cerro de Tierra Negra, Norte de Santander, Colombia. Fuente: (Díaz et. al, 2022).



Anexo 7.5 Especies parapátricas del género *Pedaliodes* según Adams (1986). Fuente: (Higuera, 2001).

Género	Altitudes inferiores	Altitudes superiores
<i>Altopedaliodes</i>	<i>flavopunctata</i>	<i>reissi</i>
<i>Pedaliodes</i>	<i>poesia</i>	<i>phoenissa</i>
<i>Pedaliodes</i>	<i>manis</i>	<i>manneja</i>

Anexo 7.6 Número de individuos colectados para cada especie de la tribu Satyrini en las zonas: Chingaza, Cumbra, Tablazo y Laguna de verde. Fuente: (Higuera, 2001).















ESPECIE	Chingaza	Cumbrera	Tablazo	L. verde	Total
<i>Altopedaliodes nebris</i>	13	21	12	1	47
<i>Panyapedaliodes drymaea</i>	3	7	1		11
<i>Parapedaliodes chingazaensis</i>	1				1
<i>Pedaliodes arnotti</i>			11		11
<i>Pedaliodes cocytia</i>	39	11		1	51
<i>Pedaliodes empusa</i>	99	19	28	2	148
<i>Pedaliodes fuscata</i>		1			1
<i>Pedaliodes hardyi</i>			10		10
<i>Pedaliodes pallantis</i>			9		9
<i>Pedaliodes phaea</i>	54	7			61
<i>Pedaliodes phaeina</i>			31		31
<i>Pedaliodes phoenissa</i>		7			7
<i>Pedaliodes polla</i>		30			30
<i>Pedaliodes polusca</i>	22		45		75
<i>Pedaliodes sp.</i>		7	3		10
Total	<u>231</u>	111	150	<u>12</u>	504

ESPECIE	Chingaza	Cumbrera	Tablazo	Total
<i>Altopedaliodes nebris</i>	5	5	2	12
<i>Panyapedaliodes drymaea</i>	1			1
<i>Pedaliodes arnotti</i>			1*	1*
<i>Pedaliodes cocytia</i>	17	1	1	19
<i>Pedaliodes empusa</i>	16	4	11	31
<i>Pedaliodes hardyi</i>			2	2
<i>Pedaliodes pallantis</i>			2	2
<i>Pedaliodes phaea</i>	6	4		10
<i>Pedaliodes phaeina</i>			6	6
<i>Pedaliodes polla</i>		1		1
<i>Pedaliodes polusca</i>	1		5	6
Total	46	15	30	91

Anexo 7.7 Especies reportadas para la sabana de Bogotá en alturas superiores a 2.300 m presentes y ausente. Fuente: (Higuera, 2001).

ESPECIE	Presentes	Ausentes
<i>Altopedaliodes nebris</i>	X	
<i>Panyapedaliodes drymaea</i>	X	
<i>Parapedaliodes chingazaensis</i>	X	
<i>Parapedaliodes zipa</i>		X
<i>Pedaliodes arnotti</i>	X	
<i>Pedaliodes baccara</i>		X
<i>Pedaliodes cocytia</i>	X	
<i>Pedaliodes empusa</i>	X	
<i>Pedaliodes fuscata</i>	X	
<i>Pedaliodes hardyi</i>	X	
<i>Pedaliodes manis</i>		X
<i>Pedaliodes pallantias</i>		X
<i>Pedaliodes pallantis</i>	X	
<i>Pedaliodes parranda</i>		X
<i>Pedaliodes pedacia</i>		X
<i>Pedaliodes peucestas</i>		X
<i>Pedaliodes phaea</i>	X	
<i>Pedaliodes phaeina</i>	X	
<i>Pedaliodes phoenissa</i>	X	
<i>Pedaliodes phrasis</i>		X
<i>Pedaliodes phthiotis</i>		X
<i>Pedaliodes poesia</i>		X
<i>Pedaliodes polla</i>	X	
<i>Pedaliodes polusca</i>	X	
<i>Pedaliodes ralphi</i>		X
<i>Pedaliodes silpa</i>		X
<i>Pedaliodes sp 1.</i>	X	

Anexo 7.8 Principales estrategias para el diseño de reservas. La estructura de la comunidad en el interior de los fragmentos está determinada por propiedades como el tamaño y la distribución espacial de los fragmentos remanentes, así como por la presencia de corredores. Dibujado a partir de Primack y Ross (2002). Fuente: (Herrera *et. al*, 2011).

	No idóneo	Idóneo
1) Tamaño		
2) Fragmentación		
3) Número		
4) Presencia de corredores		
5) Aislamiento		
6) Heterogeneidad interna		
7) Forma (efectos de borde)		
8) Variabilidad en el tamaño	